

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-347500

(P2001-347500A)

(43) 公開日 平成13年12月18日 (2001. 12. 18)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード\* (参考)

B 8 1 C 1/00

B 8 1 C 1/00

4 K 0 2 2

C 2 3 C 18/32

C 2 3 C 18/32

4 K 0 5 7

C 2 3 F 1/00

C 2 3 F 1/00

Z

H 0 1 H 59/00

H 0 1 H 59/00

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願2000-168790 (P2000-168790)

(22) 出願日

平成12年6月6日 (2000. 6. 6)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 犬塚 肇

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(72) 発明者 松ヶ谷 和沖

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(74) 代理人 100068755

弁理士 恩田 博宣 (外1名)

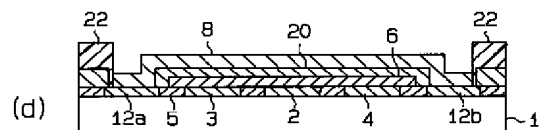
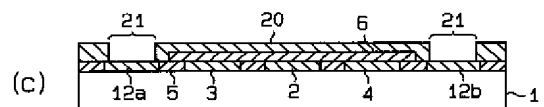
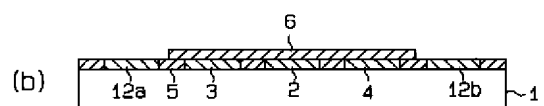
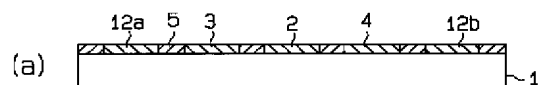
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロマシンの作製方法

(57) 【要約】

【課題】 新規な手法により、基板の選択の自由度を増し、安価な基板の使用を可能にするとともに、段差の大きな構造体の作製を可能にするマイクロマシンの作製方法を提供する。

【解決手段】 高抵抗シリコン基板1の上に、絶縁層5と線路用導体や制御電極となるAu/Ti膜(2, 3, 4, 12a, 12b)を形成した後、その上に絶縁層6を形成する。基板1の上に、導電性を有する犠牲層としての銅膜20を形成する。フォトレジスト22を形成した後、Cu犠牲層20上を含む基板1上に、無電解メッキ法(無電解Ni-Pメッキ)によりアモルファスNi-P膜8を堆積する。Cu犠牲層20をエッチングにより除去してアモルファスNi-P膜8を梁構造にする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板の上に犠牲層を形成する工程と、前記犠牲層上を含む前記基板上に無電解メッキ法によりアモルファス金属膜を堆積する工程と、前記犠牲層をエッチングにより除去して前記アモルファス金属膜を梁構造にする工程と、を備えたことを特徴とするマイクロマシンの作製方法。

【請求項 2】 前記無電解メッキは、無電解 Ni-P メッキであることを特徴とする請求項 1 に記載のマイクロマシンの作製方法。

【請求項 3】 前記犠牲層は、導電性を有するものであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のマイクロマシンの作製方法。

【請求項 4】 前記導電性を有する犠牲層は、銅膜であることを特徴とする請求項 3 に記載のマイクロマシンの作製方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、表面マイクロシニング技術を用いたマイクロマシンの作製方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、微細な構造体を形成して静電スイッチやセンサなどを作製するために、マイクロマシン技術の開発が精力的に行われている。代表的な構造である多結晶シリコンを構造体に用いたマイクロマシンは、シリコン集積回路の作製工程を基にした工程で作製される。そのため、プロセス温度が高くシリコン (Si) などの耐熱性の有る基板しか使えない、段差が大きい構造体が作れないなどの欠点がある。この欠点を補うため、例えば、次のように構造体が提案されている。(1) 樹脂製支柱とアルミ薄膜を組み合わせた構造体 (John N. Randall, Chuck Goldsmith et. al, J. Vac. Sci. technol. B/4(6), p.3692 ~3696(1996))。(2) Ni メッキを用いた構造体 (Paul M. Zavracky, Nicol E. McGruer et. al, Proc. Sens. Eypo. Detroit, p.293 ~298(1997))。しかし、構造体の強度の点で問題がある。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】この発明は上記のような背景の下になされたものであり、その目的は、新規な手法により、基板の選択の自由度を増し、安価な基板の使用を可能にするとともに、段差の大きな構造体の作製を可能にするマイクロマシンの作製方法を提供することにある。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】請求項 1 に記載のマイクロマシンの作製方法によれば、基板の上に犠牲層が形成され、犠牲層上を含む基板上に無電解メッキ法によりアモルファス金属膜が堆積される。そして、犠牲層をエッチングにより除去してアモルファス金属膜が梁構造にさ

れる。

【0005】このように、無電解メッキを利用して、常温で犠牲層上にアモルファス金属膜を堆積することで、段差の大きい場所でも段切れすることなく、機械強度の優れた構造体を形成することができる。その結果、基板の選択の自由度を増し、安価な基板の使用を可能にするとともに、段差の大きな構造体の作製が可能となる。

【0006】ここで、請求項 2 に記載のように、無電解メッキとして、無電解 Ni-P メッキを用いると、実用上好ましい。この際、請求項 3 に記載のように、犠牲層として、導電性を有するもの、特に、請求項 4 に記載のように銅膜を用いると、実用上好ましいものとなる。

## 【0007】

【発明の実施の形態】以下、この発明を具体化した実施の形態を図面に従って説明する。本実施形態においてはミリ波集積回路の一部をなす静電スイッチ（詳しくは、容量結合型静電スイッチ）に具体化している。図 1 には、本実施形態における静電スイッチの斜視図を示す。また、図 2 には静電スイッチの平面図を示す。さらに、図 2 の A-A 線での縦断面を図 3 に示す。

【0008】基板 1 には高抵抗シリコン基板が用いられ、その抵抗値は  $1000\Omega\text{cm}$  以上である。高抵抗シリコン基板 1 の上には導体 2, 3, 4 が延設され、コプレーナウェーブガイドを構成している。つまり、基板 1 の上にグランド用導体 3, 4 が延設されるとともに、グランド用導体 3, 4 の間に伝送線路 2 が延びている。導体 2~4 は Au/Ti よりなる。なお、基板 1 上の導体 2~4 の無い領域には絶縁層 5 が形成され、絶縁層 5 はシリコン酸化膜 (SiO<sub>2</sub>) よりなる。その線路の途中において、導体 2, 3, 4 の上に絶縁層 6 が形成され、絶縁層 6 はシリコン窒化膜 (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) よりなる。絶縁層 6 の上には空隙 7 を介して梁構造のスイッチ用導体 8 が配置されている。スイッチ用導体 8 にはアモルファス金属であるアモルファス Ni-P が用いられている。

【0009】梁構造のスイッチ用導体 8 は、平面形状として、図 2 に示すように、4 つのアンカー部 9a, 9b, 9c, 9d を有し、そのアンカー部 9a, 9b, 9c, 9d から梁 10a, 10b, 10c, 10d が延び、長方形部（対向電極部）11 につながっている。長方形部 11 は線路用導体 2, 3, 4 の上に位置している。アンカー部 9a, 9b は制御電極 12a の上に固定されるとともに、アンカー部 9c, 9d は制御電極 12b の上に固定されている。制御電極 12a, 12b は Au/Ti よりなる。図 3 に示すように、スイッチ用導体 8 とグランド用導体 3, 4 との間には容量 C1, C2 が形成されるとともに、スイッチ用導体 8 と伝送線路 2 との間には容量 C3 が形成されている。

【0010】そして、制御電極 12a, 12b に電圧が印加されない状態では、スイッチ用導体 8 の長方形部

(対向電極部) 11とグランド用導体3, 4および伝送線路2とは所定の間隔に保持されている。この状態では線路をミリ波が伝送していく。一方、この状態から制御電極12a, 12bに交流電圧が印加されると、スイッチ用導体8の長方形部11が基板1側に引き寄せられ、図4に示すように、スイッチ用導体8の長方形部11とグランド用導体3, 4の距離、および、長方形部11と伝送線路2の距離が小さくなり(容量C1, C2, C3が減少して)、伝送線路2とグランド用導体3, 4の間が高周波に対して短絡されるため線路が終端される。そのため、伝送線路2を伝送してきたミリ波は当該箇所

で反射する。このように、ミリ波の通過を許容/遮断するスイッチとして機能する。  
【0011】次に、この容量結合型静電スイッチを作製する工程について、図5および図3を用いて説明する。まず、図5(a)に示すように、高抵抗シリコン基板1を用意する。そして、高抵抗シリコン基板1上に、絶縁層であるシリコン酸化膜(SiO<sub>2</sub>)5と線路用導体や制御電極となるAu/Ti膜(2, 3, 4, 12a, 12b)をフォトリソグラフィにより形成する。

【0012】さらに、図5(b)に示すように、高抵抗シリコン基板1上におけるシリコン酸化膜5およびAu/Ti膜(2, 3, 4, 12a, 12b)の上に絶縁層となるシリコン窒化膜(Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)6を堆積し、パターンニングする。

【0013】その後、図5(c)に示すように、基板1の上に、犠牲層となる銅膜20を形成し、さらに、銅膜20に対し構造体のアンカー部となる箇所21を開口する。引き続き、図5(d)に示すように、フォトレジスト22をパターンニングする。そして、無電解メッキにより基板1上にアモルファスNi-P膜8を堆積する。つまり、基板1上におけるフォトレジスト22から露出した部位(Cu犠牲層20の上およびアンカー部となる箇所21)に対しアモルファスNi-P膜8を堆積する。この無電解Ni-Pメッキを行うときの温度は約90℃である。

【0014】その後、フォトレジスト22を除去した後、Cu犠牲層20をエッチングにて除去する。エッチング液には、塩化アンモン第2銅とアンモニアの混合物を用いる。その結果、図3に示すように、スイッチ用導体(アモルファスNi-P膜)8と線路用導体(Au/Ti)2, 3, 4との間に空隙7が形成され、スイッチ用導体8の梁10a~10dと長方形部(対向電極部)11が基板1側から分離する。このように犠牲層エッチングにてアモルファスNi-P膜8を梁構造にして、静電スイッチの作製が完了する。

【0015】以上のように、無電解Ni-Pメッキによ

り、常温(0~100℃)で機械強度の優れたアモルファス金属の堆積が可能であることを利用して、シリコン集積回路の作製工程のような高温(例えば、1000℃)の工程を用いることなく構造体の形成が可能になる。それ故、基板の選択の自由度を増し、安価な基板の使用を可能にすると共に、メッキのステップカバレッジを利用し、段差の大きな構造体を作製することが可能となる。

【0016】より具体的には、ガラス基板は耐熱温度が500℃以下であり、プラスチック基板(樹脂基板)は耐熱温度が150℃程度である。このような安価な基板を使用することが可能となる。

【0017】このように、本実施の形態は下記の特徴を有する。

(イ) マイクロマシンの作製方法として、図5(c)に示すように、基板1の上に、導電性を有する犠牲層としての銅膜20を形成する工程と、図5(d)に示すように、Cu犠牲層20上を含む基板1上に無電解メッキ法(無電解Ni-Pメッキ)によりアモルファス金属膜であるアモルファスNi-P膜8を堆積する工程と、Cu犠牲層20をエッチングにより除去して、図3に示すように、アモルファスNi-P膜8を梁構造にする工程と、を備えた。このように、無電解メッキを利用して、常温でCu犠牲層20上にアモルファスNi-P膜8を堆積することで、段差の大きい場所でも段切れすることなく、機械強度の優れた構造体を形成することができる。その結果、基板の選択の自由度を増し、安価な基板の使用を可能にするとともに、段差の大きな構造体の作製が可能となる。

【0018】なお、本発明のマイクロマシンの具体的用途として、微細な構造体を有する静電スイッチの他にも、アクチュエータ、センサなどを挙げることができる。また、アモルファス金属として、アモルファスNi-Pを用いたが、他のアモルファス金属、例えばNi-B等を使用してもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施の形態における容量結合型静電スイッチの斜視図。

【図2】 容量結合型静電スイッチの平面図。

【図3】 図2のA-A線での縦断面図。

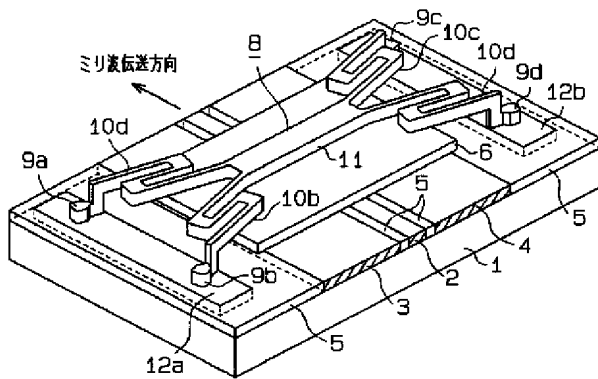
【図4】 静電スイッチの動作説明図。

【図5】 静電スイッチを作製する工程説明図。

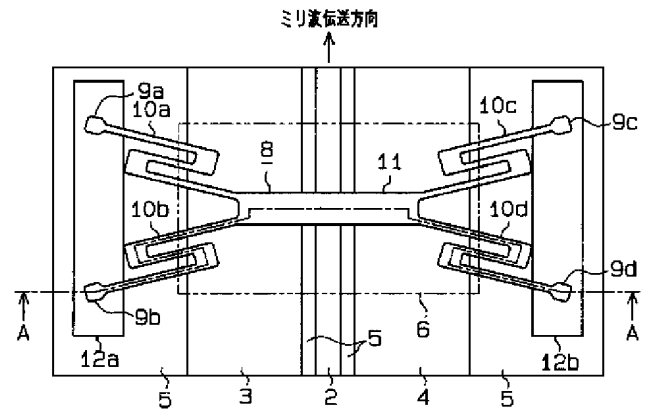
【符号の説明】

1…高抵抗シリコン基板、2, 3, 4…導体、5…絶縁層、6…絶縁層、7…空隙、8…スイッチ用導体、20…犠牲層となる銅膜。

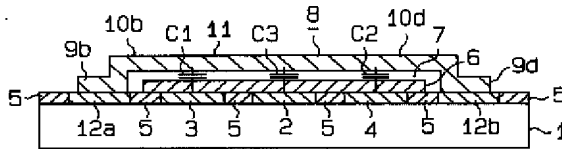
【図 1】



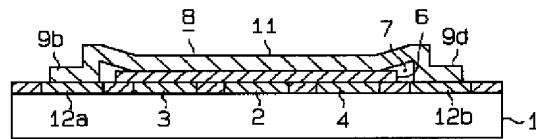
【図 2】



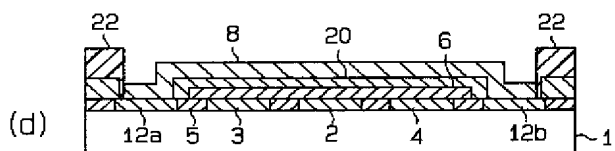
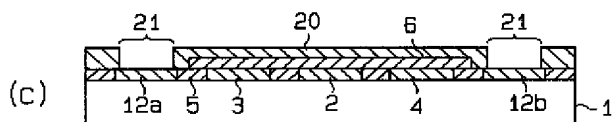
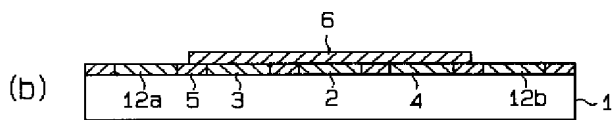
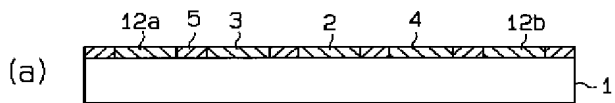
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 筈見 浩史  
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会  
社デンソー内

F ターム(参考) 4K022 AA02 AA31 AA41 BA04 BA14  
BA16 BA35 CA28 DA01 EA03  
EA04  
4K057 WA12 WB03 WC05 WE08 WE23  
WN01 WN06